

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-231473

(43)公開日 平成7年(1995)8月29日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 Q 7/34				
G 0 1 S 5/02		Z 4240-5 J		
		7605-5 K	H 0 4 Q 7/ 04	C
		7605-5 K	H 0 4 B 7/ 26	1 0 6 B

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願平6-22508

(22)出願日 平成6年(1994)2月21日

(71)出願人 392026693

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社  
東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(72)発明者 藤井 輝也

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・  
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(72)発明者 大橋 節也

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・  
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(74)代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

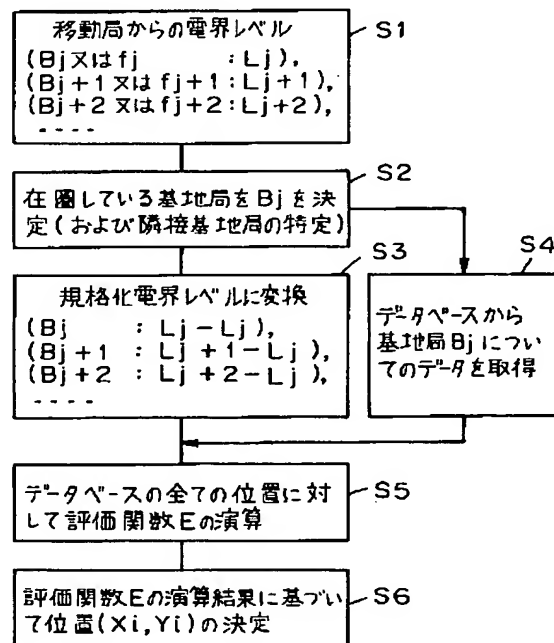
## (54)【発明の名称】 移動通信による移動体位置検出方法

## (57)【要約】

【目的】 移動局の受信特性に依存することなく、高精度の検出を可能とする。

【構成】 サービス領域内の各位置  $(X_i, Y_i)$  で在圏及びその周辺ゾーンの基地局  $B_j, B_{j+1}, B_{j+2}, \dots$  からの電波の受信電界強度  $L_j, L_{j+1}, L_{j+2}, \dots$  を測定して、 $L_j$  に対する相対レベルと基地局情報  $(B_j, L_j - L_j), (B_{j+1}, L_{j+1} - L_j), (B_{j+2}, L_{j+2} - L_j), \dots$  とを  $(X_i, Y_i)$  と関連づけてセンタのデータベースに予め記憶しておく。移動局で在圏及び周辺基地局電波の受信電界強度を測定し、 $(B_j, L_j), (B_{j+1}, L_{j+1}), \dots$  をセンタへ送る (S1)。センタでその最大レベルから在圏基地局  $B_j$  を設定し (S2)、相対レベル  $(B_j, L_j - L_j), (B_{j+1}, L_{j+1} - L_j), \dots$  を求め、データベース中のその  $B_j, B_{j+1}, \dots$  系列の相対レベルを取得し (S4)、両者の差が最小となるデータを求め、対応する  $(X_i, Y_i)$  を移動局の位置とする (S6)。

図 7



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 サービス領域が複数の無線ゾーンに分けられ、各無線ゾーンにそれぞれ設けられた無線基地局と移動局とが、その無線基地局ごとに個別に割当てられた無線チャネルを用いて通信を行う移動通信システムにおいて、

上記サービス領域内の各位置において、複数の無線基地局から送信される各電波の電界強度を測定し、これら測定値についてその位置が属する無線ゾーンの無線基地局の測定電界強度に対する相対電界強度を求めて、その位置と関連づけて位置情報センタのデータベースに予め記憶しておく、

移動局において複数の無線基地局からの無線チャネルの電界強度を測定し、これら各測定値又はその移動局が在圏している無線ゾーンの無線基地局からの測定値に対する相対電界強度と、その各測定値と対応する無線基地局又は無線チャネルを示す情報とを上記位置情報センタへ送信し、

上記位置情報センタは受信した測定電界強度値から得た相対電界強度又は受信した相対電界強度と、上記データベース内の相対電界強度とを比較し、その最も近いものと関連づけられている位置を、上記移動局の位置として出力する移動体位置検出方法。

【請求項 2】 サービス領域が複数の無線ゾーンに分けられ、各無線ゾーンにそれぞれ設けられた無線基地局と移動局とが、その無線基地局ごとに個別に割当てられた無線チャネルを用いて通信を行う移動通信システムにおいて、

上記サービス領域の各位置で移動局からの電波の電界強度を複数の無線基地局で測定し、これら測定値について、その移動局が在圏している無線ゾーンの無線基地局の測定電界強度に対する相対電界強度を求めてその位置と関連づけて位置情報センタのデータベースに予め記憶しておく、

移動局からの無線チャネルの電界強度を複数の無線基地局で測定してその無線基地局を示す情報と共に上記位置情報センタへ送信し、

上記位置情報センタでは受信した複数の電界強度について、上記移動局が在圏している無線ゾーンを特定し、その無線ゾーンの無線基地局の測定電界強度に対する相対電界強度を求め、

その相対電界強度を、上記データベース内の相対電界強度と比較し、その最も近いものと関連づけられている位置を上記移動局の位置として出力する移動体位置検出方法。

【請求項 3】 上記移動局が在圏している無線ゾーンの無線基地局で、上記移動局から送信される無線チャネルの到達時間から、上記移動局とその無線基地局との距離を測定して上記位置情報センタへ送信し、

上記位置情報センタは、上記比較を、上記データベース

中の受信した距離にほぼ該当する相対電界強度についてのみ行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の移動体位置検出方法。

【請求項 4】 上記移動局の移動速度を測定して上記位置情報センタへ送信し、上記位置情報センタはその移動速度が所定値以下の場合は、その直前の検出移動局位置を出力することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の移動体位置検出方法。

【請求項 5】 上記移動局の移動速度を測定して上記位置情報センタへ送信し、上記位置情報センタは受信した移動速度と、その移動局の直前の検出位置とから、その移動局の最大移動範囲を推定し、上記比較を、上記データベース中の上記推定最大移動範囲とほぼ該当する相対電界強度のみについて行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の移動体位置検出方法。

【請求項 6】 上記移動速度が所定値以下の場合はその直前の検出移動局位置を出力することを特徴とする請求項 5 記載の移動体位置検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、サービスエリアを複数の無線基地局を中心とする無線ゾーンで構成する移動通信方式において、各無線基地局、又は移動局から送信される電波の強さを測定することにより移動局の位置を推定する移動体位置検出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 移動通信においては、移動局が動き回るため移動局が、固定網へ発信したり、固定網から着信を受ける場合においては、何らかの方法でその移動局の位置を検出して、移動局および固定網でその位置を記憶しておく必要がある。これらの接続制御は公知の技術であって、例えば桑原守二監修「自動車電話」（電子通信学会）、桑原守二監修「デジタル移動通信」（科学新聞社）などに詳しく述べられている。従ってここでは簡単に日本標準であるデジタル移動通信方式（財団法人電波システム開発センタ：RCR STD-27B）を例として説明する。

【0003】 図 2 2 は一般的な小ゾーン方式を用いた自動車／携帯電話システムの構成例で、サービスエリアは複数の無線ゾーン Z 1, Z 2, ..., Z n で構成され、各無線ゾーン Z 1 ~ Z n にそれぞれその無線ゾーン内の移動局 1 1 と通信を行う基地局 B 1 ~ B n が設けられている。各基地局 B 1 ~ B n は移動通信制御局 1 2 に接続され、移動通信制御局 1 2 は移動通信交換局 1 3 に接続され、移動通信交換局 1 3 にホームメモリ局 1 4 に接続される。各基地局 B i (i = 1, 2, ..., n) は、発信、着信の接続制御を行う制御チャネルと通信を行う通信チャネルを別々に設けている。これらのチャネルは全て基地局送信、移動局受信の下り回線と移動局送信、基地局受信の上り回線で構成されている。

【0004】通信チャネルは使用されていない場合、一般に電波は送信されていない。しかし、制御チャネルでは、上り回線において複数の移動局 11 からランダムに発信信号が送信されるため、基地局 B i でそれらの信号が衝突して受信できないことがある。そこで、このことを防止するため、下り回線において移動局 11 に発信信号の送出の許可／非許可を制御する空塞信号を常時送信している。

【0005】一方、移動局 11 は在圏している無線ゾーン Z i の検出は、各基地局 B i から異なる周波数で常時送信されている下り回線の電波を周波数を切り替えて受信し、その電界強度を比較することにより行う。この場合、測定すべき電波の周波数は、電源入力時においては移動局 11 のメモリに書き込まれている周波数を用いる。しかし、電源入力時以外においては、在圏している無線ゾーン Z i の制御チャネルで報知されている共通情報内の周波数情報を受信することにより測定すべき周波数を決定する。無線ゾーン Z i の検出のため各基地局 B i から常時送信されているチャネルを一般に“止まり木チャネル”と呼ぶ。この“止まり木チャネル”は、下り回線で常時電波を送信する必要があることから上述した制御チャネルで兼ねて使用する場合が多い。基地局 B i およびその無線ゾーン Z i の止まり木チャネルを兼ねている制御チャネルを f i とする。

【0006】まず、移動局 11 はその移動局内のメモリに書き込まれている止まり木チャネルの周波数 f i ( i = 1, 2, …) を測定して、その内で最も受信レベルの高いチャネルの信号を復調し、その中に報知されている基地局情報を読み取ることによりその移動局自身が在圏している無線ゾーンを判定する。この方法では、どの無線ゾーンに存在しているかという大まかな位置情報、すなわち無線ゾーン単位の位置検出精度が得られる。このような検出方法は、“移動体位置検出方法”(特願昭 63-175223) に詳しく説明している。しかしながら、無線ゾーンが特に大きい場合(例えば無線ゾーン半径が数 km 以上のような場合)精度の高い位置情報(例えば位置検出誤差を数百 m 以下とする)を得ることは原理的に不可能である。

【0007】一方、複数の基地局からの電波を移動局で受信し、予め求めておいた各基地局からの受信レベルの等電界曲線を用いて受信レベルに対応する移動局の存在し得る範囲を求め、各範囲の重なりから移動局の存在位置を検出する。“移動体位置検出方法”(特願昭 63-195800) が提案されている。この方法は、図 23 に示すように基地局 B i からの電波の移動局 11 における受信電界レベルの等電界曲線 L 10, L 20, L 30 (L 10, L 20, L 30 はそれぞれ電界レベル 10, 20, 30 の線を示す)を描いた電界強度地図を各基地局 B i ごとに予め求めておいて、図 24 に示すように移動局 11 における基地局 B 1, B 2, B 3 からの各受信

電界レベル 10, 20, 10 と電界強度地図(図 24)の参照を複数の基地局 B 1, B 2, B 3 について行い、個々の電界強度地図上に求まる移動局 11 の存在し得る範囲の重ね合わせにより移動局 11 の位置を検出する。つまり図 24 では基地局 B 1 の等電界曲線 L 10 と、基地局 B 2 の等電界曲線 L 20 と、基地 B 3 の等電界曲線 L 10 との交差点 15 を移動局 11 の推定位置とする。

【0008】またサービスエリア内の各位置で複数の基地局からの電波を移動局で受信し、その位置と各基地局からの受信レベルを予め“データベース”化しておいて、移動局で受信した複数の基地局の受信レベルをデータベースで検索することにより位置を検出する方法が提案されている。例えば、“受信レベル情報に基づいた移動体位置検出に関する一検討”、電子情報通信学会秋季全国大会、B-269 (1993) に説明されている。

【0009】しかしながらこれらの方法では、電界強度地図または“データベース”を作成するために各基地局からの電界強度を予め測定する移動局(または電界強度測定器)と、実際にこの電界強度地図または“データベース”を用いて位置を検出する移動局のアンテナ系を含む電界強度検出特性とが完全に同じである必要がある。例えば、電話機とアンテナが一体化されている携帯電話機では使用する個人に応じて、また使用形態に応じて特にアンテナ利得が大きく変化するため、同一の携帯電話機を使用して同一の位置で電界強度を測定しても受信特性が異なることは良く知られている。このように、電界強度を予め測定する移動局(または電界強度測定器)と電界強度地図を用いて位置を検出する移動局との間に検出偏差があれば、例えば図 25 に示すように自動車電話機 11 M の基地局 B 1, B 2, B 3 よりの各電波の受信電界強度がそれぞれ 10, 20, 10 の場合は図 25 で示したように自動車電話機 11 M の推定位置 15 を等電界曲線の交差点から求めることができるが、携帯電話機 11 H の場合に、同一位置でも、基地局 B 1, B 2, B 3 から各電波の受信電界強度がそれぞれ 0, 10, 0 となった場合は、電界強度地図上またはデータベース上で重なり合う部分がなくなり移動局 11 H の位置を特定できない欠点がある。また、電界強度地図の代わりに基地局からの伝搬損失を求め、それを地図化した“伝搬損失図”や電界強度に代わって“伝搬損失データベース”を用いたとしても上記欠点は同様に克服できない。

【0010】また、図 26 に示すように移動通信における電波伝搬特性は基地局と移動局間距離に応じてゆっくり減衰する伝搬距離変動の他に、地形や建物の遮蔽効果により比較的短い距離周期(数 10 m ~ 数 100 m)で変動する短区間変動と、移動局周辺における反射や回折によってランダムな方向から到来する多重波によって波長程度の距離周期で数 10 d B と大きく変動するマルチパス変動とが重畳した変動で特徴付けられる。従って、予め位置と関連付けておく電界強度地図または“データ

## 5.

ベース”を波長オーダの値で作成すればこれらの変動に対応できるが、処理するデータまたは蓄積するデータ量が膨大になるとともに等電界曲線が複雑になりすぎて重ね合わせた結果逆に位置を特定できないで検出精度が劣化する、データ検索時間が膨大にかかる欠点がある。また、電界強度地図または“データベース”を電界強度の短区間変動（距離周期数10m～数100m）を平滑化する程度の距離平均で作成すれば上記欠点はある程度克服できると予想されるものの、例えば電界強度地図を用いて位置を検出する移動局が停車またはゆっくり移動している場合、移動局の電界強度を求めるための距離平均が電界強度地図または“データベース”のそれと異なるため位置の検出精度が劣る可能性がある。

【0011】一方、近年、社会の高度化とそれを支える道路交通網の発達により、人と物の移動が活発化しているが、道路混雑が日常化し、移動範囲も広域化しているため、人と車の移動の必要性が高まっている。このため、サインポストから無線で位置情報を流し、移動体の位置を常に把握して車の運行を効率化することを目的としたAVMシステム（Automatic Vehicle Monitoring System）や、衛星を使用して移動体の位置検出を行うGPS（Global Positioning System）等の開発が進められている。これらのシステムでは、位置検出の精度が数十メートルと比較的高いが、移動体側にこれらを受信する特殊な端末、およびこの端末以外にサインポストの設置あるい衛星の打ち上げ等の設備投資が必要であるという欠点があった。また、GPSではその位置を検出するためには複数（3ないし4個以上）の衛星が直接見える必要があり、市街地では建物等構造物の影響で検出に必要な数の衛星が見える確率が極めて低くなるため、検出精度に限界がある欠点がある。これらを克服するため、移動体内部に地磁気ジャイロや光ファイバジャイロを利用した方位センサと距離センサ等を組み合わせて位置検出精度を高める自立航法システム（ナビゲーションシステム）が開発されているが、端末が益々複雑・高価となる欠点を有している。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】この発明の目的は移動通信方式エリア内に存在する移動局の位置を、大きな設備投資を必要とせず、また多様な移動局の受信特性等に大きく依存することなく、簡易に、かつ高精度に検出できる移動通信による移動体位置検出方法を提供することにある。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明によればサービス領域内の各位置において、複数の基地局から送信される各電波の電界強度を測定し、これら測定値について、その位置が属する無線ゾーンの無線基地局の測定電界強度に対する相対電界強度を求めて、その位置と関

## 6

連づけて位置情報センタのデータベースに予め記憶しておき、移動局において複数の無線基地局からの無線チャネルの電界強度を測定し、これら各測定値又はその移動局が在圏している無線ゾーンの無線基地局からの測定値に対する相対電界強度と、その各測定値と対応する無線基地局又は無線チャネルを示す情報とを位置情報センタへ送信し、その位置情報センタでは受信した測定電界強度値から得た相対電界強度又は受信した相対電界強度と、データベース内の相対電界強度とを比較し、その最も近いものと関連づけられている位置を移動局の位置として出力する。

【0014】サービス領域の各位置で移動局からの電波の電界強度を複数の無線基地局で測定し、これら測定値について、その移動局が在圏している無線ゾーンの無線基地局の測定電界強度に対する相対電界強度を求めてその位置と関連づけて位置情報センタのデータベースに予め記憶しておき、移動局からの無線チャネルの電界強度を複数の無線基地局で測定してその無線基地局を示す情報と共に上記位置情報センタへ送信し、上記位置情報センタでは受信した複数の電界強度について、上記移動局が在圏している無線ゾーンを特定し、その無線ゾーンの無線基地局の測定電界強度に対する相対電界強度を求め、その相対電界強度を、上記データベース内の相対電界強度と比較し、その最も近いものと関連づけられている位置を上記移動局の位置として出力する。

【0015】請求項3の発明によれば、請求項1又は2の発明において、上記移動局が在圏している無線ゾーンの無線基地局で、上記移動局から送信される無線チャネルの到達時間から、上記移動局とその無線基地局との距離を測定して上記位置情報センタへ送信し、上記位置情報センタは、上記比較を、上記データベース中の受信した距離にほぼ該当する相対電界強度についてのみ行う。

【0016】請求項4の発明によれば請求項1乃至3の何れかの発明において、上記移動局の移動速度を測定して上記位置情報センタへ送信し、上記位置情報センタはその移動速度が所定値以下の場合は、その直前の検出移動局位置を出力する。請求項5の発明によれば請求項1乃至3の何れかの発明において、上記移動局の移動速度を測定して上記位置情報センタへ送信し、上記位置情報センタは受信した移動速度と、その移動局の直前の検出位置とから、その移動局の最大移動範囲を推定し、上記比較を、上記データベース中の上記推定最大移動範囲とほぼ該当する相対電界強度のみについて行う。

【0017】請求項6の発明によれば請求項5の発明において上記移動速度が所定値以下の場合はその直前の検出移動局位置を出力する。

## 【0018】

【実施例】図1にこの発明の第1の実施例を適用した移動通信システムの例を示し、図23と対応する部分に同一符号を付けてある。移動通信システムは移動局11

と、各無線ゾーン  $Z_1, Z_2, \dots$  にそれぞれ設けられた無線基地局  $B_1, B_2, B_3, \dots$  と無線基地局  $B_i \sim B_n$  を制御する移動通信制御局 12 と、移動通信交換局 13 で構成され、移動通信交換局 13 を経て一般公衆通信網 (PSTN) 17 と接続されている。この発明では位置情報センタ 18 を設け、一般公衆通信網 17 を経て各移動局 11 と通信を行うことができるようにされる。位置情報センタ 18 は移動局 11 とデータ通信を行うためのモデム 19、制御装置 21、電波の電界強度を予め測定し、その測定位置と、電界強度の演算処理した結果を関連付けて保存するデータベース装置 22 とからなる。

【0019】図 2 にこの発明の第 1 の実施例に用いられる移動局 11 のブロック構成を示す。移動局 11 はアンテナ 24、移動機 25、指定された基地局の受信電界レベルを測定するために必要な周波数情報を検出するための基地局情報検出器 26、制御装置 27、基地局情報と測定した受信電界レベルを位置情報センタ 18 に送信するためのモデム 28 とからなる。

【0020】先ず、この発明の動作原理を説明する。基地局  $B_i$  から送信された電波の強さは、図 27 に示したように地形や建物の遮蔽効果によりその値は変動するが基地局  $B_i$  から遠ざかるにつれて弱くなる。従って、移動局 11 で受信される電波の強さすなわち受信電界レベルが判れば、基地局  $B_i$  からどの程度離れた位置にその移動局 11 が存在するかはおよそ推定できる。そこで、図 3 (a) に示すようにサービスエリア内の各位置  $(X_i, Y_i)$  で基地局  $B_1$  からの受信電界レベル  $L_{1i}$  を移動局 11 S で予め測定して、位置情報センタ 18 内のデータベース装置 22 にその位置  $(X_i, Y_i)$  と、基地局  $(B_1)$  および受信電界レベル  $(L_1)$  を合わせたデータ  $(B_1, L_1)$  とを関連付けてデータベース化しておく、これを各基地局  $i$  について行っておく。そして、実際の位置検出では図 3 (b) に示すように移動局 11 で測定した基地局  $B_1$  とその受信電界レベル  $L_1$  を合わせたデータ  $(B_1, L_1)$  を位置情報センタ 18 側に送信し、データベース装置 22 に検索をかけ、位置情報センタ 18 では受信した基地局  $B_1$  の受信電界レベル  $L_1$  と最も近い受信電界レベルの位置  $(X_j, Y_j)$  をその移動局 11 へ出力する。以下では混乱を避けるため、受信電界レベルをデータベース化するために予め測定する移動局を「基準移動局 11 S」と表現して、実際に位置検出を行う移動局 11 と区別する。

【0021】しかしながら、図 3 (c) に示すように地形や建物の遮蔽効果のため、基地局  $B_1$  からの距離が異なるが同一の受信電界レベルとなる位置が複数存在するため、一つの基地局  $B_i$  からの受信電界レベルだけでは唯一にその位置を決められない。そこで、図 4 に示すように複数の基地局  $B_1, B_2, \dots, B_k$  の各受信電界レベル  $(L_{1i}, L_{2i}, \dots, L_{ki})$  を基準移動局 11 S で予め測定しておいて、位置情報センタ 18 内のデータ

ベース装置 22 にその位置  $(X_i, Y_i)$  ごとに、各基地局と基準移動局の受信電界レベルを合わせた各データ  $(B_1 : L_{1i}), (B_2 : L_{2i}), (B_3 : L_{3i}), \dots$  を関連付けてデータベース化しておく。一般に各位置において、基準移動局 11 S と各基地局  $B_1, B_2, B_3, \dots$  との各距離、方向および基準移動局 11 S と各基地局  $B_1, B_2, B_3, \dots$  との間の各地形、建物の状況が異なるため、基準移動局 11 S の受信電界レベル  $L_{1i}, L_{2i}, L_{3i}, \dots$  はそれぞれ異なる。従ってサービスエリア内の複数の位置  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots$  において基地局と基準移動局の受信電界レベルを合わせたデータ  $(B_1 : L_{1i}), (B_2 : L_{2i}), (B_3 : L_{3i}), \dots$  が全て同一である(縮退している)確率は、測定する基地局数が多くなる程小さくなり、従って基地局と基準移動局の受信電界レベルを合わせたデータ  $(B_1 : L_{1i}), (B_2 : L_{2i}), (B_3 : L_{3i}), \dots$  によりその位置を唯一に決められる確率は非常に高い。

【0022】その結果、図 5 に示すように移動局 11 から送信されてくる基地局  $B_1, B_2, \dots, B_k$  と、それに対応する受信電界レベル  $L_1, L_2, \dots, L_k$  とを合わせたデータ  $(B_1 : L_1), (B_2 : L_2), (B_3 : L_3), \dots$  をデータベース装置 22 で検索することにより、その移動局 11 の位置  $(X_j, Y_j)$  を判定できる(但し、実際にデータベース化するのは受信電界レベルのデータでなく次に述べるように在圏無線ゾーンの基地局の測定電界レベルに対する相対電界レベルであるが、判り易くするためここでは受信電界レベルを用いて説明している)。また上記受信電界レベルは例えば 50 m 四方間の平均値とする。

【0023】次に、位置情報センタ 18 での電界データのデータベース化について詳細に説明する。従来の技術のところで述べたように各基地局  $B_i$  はその無線ゾーン  $Z_i$  に在圏する移動局に対して在圏する無線ゾーン検出に必要な報知情報として制御チャネルで基地局情報  $(B_i)$  とそれに対応する周波数情報  $(f_i)$  (あるいは周波数情報  $(f_i)$  のみ)を送信している。この場合、報知する基地局情報と周波数情報は予めシステム内(無線基地局または移動通信制御局)に定義されており、一般的には在圏している無線ゾーンに隣接する無線ゾーンもしくはそれに関連する無線ゾーンを定義している場合が一般である。従って、基地局毎に報知される情報が異なるため、このことに着目して、受信電界レベルのデータベース化は基地局毎に行う必要がある。

【0024】今、図 6 に示すように基準移動局 11 S が在圏している無線ゾーン  $Z_j$  の基地局を  $B_j$  とし、基地局  $B_j$  の隣接基地局を  $B_{j+1}, B_{j+2}, B_{j+3}, B_{j+4}, \dots$  とし、基地局  $B_j, B_{j+1}, B_{j+2}, B_{j+3}, B_{j+4} \dots$  の止まり木周波数をそれぞれ  $f_j, f_{j+1}, f_{j+2}, f_{j+3}, f_{j+4}, \dots$  と

する。まず、基準移動局 11 S では基地局 B<sub>j</sub> を中心としてエリア内の各位置 (X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>) において基地局 B<sub>j</sub> から報知されている周波数情報と同一の周波数 f<sub>j</sub>, f<sub>j</sub>+1, f<sub>j</sub>+2, f<sub>j</sub>+3, f<sub>j</sub>+4, … の電界レベルの測定を行い、その時の位置 X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub> と、基地局およびその基地局で電波の電界レベル (B<sub>j</sub>:L<sub>j</sub>i), (B<sub>j</sub>+1, L<sub>j</sub>+1i), (B<sub>j</sub>+2, L<sub>j</sub>+2i), (B<sub>j</sub>+3, L<sub>j</sub>+3i), (B<sub>j</sub>+4, L<sub>j</sub>+4i), …, を関連付けて保存する。この結果を基に位置情報センタ 18 で各基地局 B<sub>j</sub>+1, … B<sub>k</sub> ごと

に、各位置につきデータベース化する。

【0025】次に位置情報センタ 18 における移動局から送られた電界データを演算処理して対応電界レベルを得る方法について説明する。移動通信においては、移動局 11 で受信する時のアンテナ利得は異なっても移動局 11 で受信される各基地局電波の受信電界レベルの差分値 (相対レベル) の関係はおおよそ保存される。このことに着目して、エリア内の各位置 (X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>) において、測定した隣接基地局 B<sub>j</sub>+1, B<sub>j</sub>+2, B<sub>j</sub>+3, B<sub>j</sub>+4, … の送信電波の電界レベルデータに対して基地局 B<sub>j</sub> の送信電波の電界レベル L<sub>j</sub>i で規格化する (差分をとる)。すなわち、データベース化された基地局及び規格化電界レベルの組合せは (B<sub>j</sub>:0), (B<sub>j</sub>+1:L<sub>j</sub>+1i-L<sub>j</sub>i), (B<sub>j</sub>+2:L<sub>j</sub>+2i-L<sub>j</sub>i), (B<sub>j</sub>+3:L<sub>j</sub>+3i-L<sub>j</sub>i), (B<sub>j</sub>+4:L<sub>j</sub>+4i-L<sub>j</sub>i), …, となる。但し、基地局を B<sub>j</sub> に対してデータベース化する範囲は、原則的には制限はないが、データ量を考慮すれば基地局 B<sub>j</sub> からの電波が届く範囲 (例えば、無線基地局 B<sub>j</sub> の無線ゾーン Z<sub>j</sub> を含みそれよりも若干広いエリア内: 半径 R<sub>max</sub> 内のデータ) に限定しても差し支えない。

【0026】次に移動局 11 の動作について説明する。今、移動局 11 は基地局 B<sub>j</sub> の無線ゾーン Z<sub>j</sub> に在圏している。基地局 B<sub>j</sub> は在圏する移動局 11 に対して報知情報として制御チャンネルで基地局情報 B<sub>j</sub>, B<sub>j</sub>+1, B<sub>j</sub>+2, B<sub>j</sub>+3, B<sub>j</sub>+4, …, とそれに対応する周波数情報 f<sub>j</sub>, f<sub>j</sub>+1, f<sub>j</sub>+2, f<sub>j</sub>+3, f<sub>j</sub>+4, …, あるいは周波数情報 f<sub>j</sub>, f<sub>j</sub>+1, f<sub>j</sub>+2, f<sub>j</sub>+3, f<sub>j</sub>+4, …, を送信している。移動局 11 ではこの共通情報を受信して、測定すべき周波数 f<sub>j</sub>, f<sub>j</sub>+1, f<sub>j</sub>+2, f<sub>j</sub>+3, f<sub>j</sub>+4, … を決定し、定期的にその周波数に切り替えて電界レベル L<sub>i</sub>, L<sub>i</sub>+1, L<sub>j</sub>+2, L<sub>j</sub>+3, L<sub>j</sub>+4, … を測定する。基地局 B<sub>j</sub> 内の情報検出器は、移動局 11 からの受信信号より、基地局情報および周波数情報 (あるいは周波数情報のみ) と測定した電界レベル情報を検出

評価値 E (i) (i=1, 2, …)

$$E(i) = \sum \{ (L_{pi} - L_{ji}) - (L_p - L_j) \}^2$$

Σ は p=j から j+k まで

を計算し、評価値 E (i) (i=1, 2, …) が最小と

し、その基地局 B<sub>j</sub> の制御装置に送信する。その制御装置は、基地局情報および周波数情報 (あるいは周波数情報のみ) と測定した電界レベル情報をモデムを介して制御チャンネルまたは通信チャンネルの上り回線で位置情報センタ 18 に送信する。すなわち、(B<sub>j</sub>:L<sub>j</sub>), (B<sub>j</sub>+1:L<sub>j</sub>+1), (B<sub>j</sub>+2:L<sub>j</sub>+2), (B<sub>j</sub>+3:L<sub>j</sub>+3), (B<sub>j</sub>+4:L<sub>j</sub>+4), …, 又は、(f<sub>j</sub>:L<sub>j</sub>), (f<sub>j</sub>+1:L<sub>j</sub>+1), (f<sub>j</sub>+2:L<sub>j</sub>+2), (f<sub>j</sub>+3:L<sub>j</sub>+3), (f<sub>j</sub>+4:L<sub>j</sub>+4), …, が位置情報センタ 18 へ送信される。

【0027】次に、位置情報センタ 18 内の制御装置 21 で行う位置検出方法について図 7 を参照して説明する。移動局 11 から送信されてくる情報は、基地局情報および周波数情報 (あるいは周波数情報のみ) と測定した電界レベル情報である。これらの情報から、基地局情報と受信した電界レベル情報を合わせた情報に集約する (ただし、周波数情報と測定した電界レベル情報だけが送信されてくる場合は、システム内 (無線基地局または移動通信制御局) に定義されている基地局情報と周波数情報に検索をかけて測定した周波数に対応する基地局を特定する)。すなわち、移動局 11 から基地局とその受信電界レベルの情報 (B<sub>j</sub>:L<sub>j</sub>), (B<sub>j</sub>+1:L<sub>j</sub>+1), (B<sub>j</sub>+2:L<sub>j</sub>+2), (B<sub>j</sub>+3:L<sub>j</sub>+3), (B<sub>j</sub>+4:L<sub>j</sub>+4), …, を受信し (S1) で現在在圏している移動局 11 の基地局をその受信電界レベルが最大のものにより特定し (基地局 B<sub>j</sub>) (S2)、その基地局で登録されているデータ (基地局 B<sub>j</sub>) をデータベース 22 から読み出す。そして、位置情報センタ 18 のデータベース化で用いた演算処理方法と同様の処理を施す (S3)。すなわち、(B<sub>j</sub>:0), (B<sub>j</sub>+1:L<sub>j</sub>+1-L<sub>j</sub>), (B<sub>j</sub>+2:L<sub>j</sub>+2-L<sub>j</sub>), (B<sub>j</sub>+3:L<sub>j</sub>+3-L<sub>j</sub>), (B<sub>j</sub>+4:L<sub>j</sub>+4-L<sub>j</sub>), …, である。この規格化した電界レベルを基に位置情報センタ内のデータベース 22 を検索する。つまり基地局 B<sub>j</sub> についてのデータのみを検索の対象とする (S4)。これらのデータとステップ S3 で得たデータとを比較して位置を特定するための検索は評価関数 E を用いて行なう (S5)。評価関数は様々あるが、一例として比較的容易な最小 2 乗化法を説明する。次式に示すように移動局 11 の受信電界レベルとデータベース 22 の受信電界レベルの差分の 2 乗値の和を評価値 E とする。すなわち、移動局 11 が在圏している基地局 B<sub>j</sub> に登録されている全てのデータベースの位置 (X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>) において、

なるデータベースの位置を移動局 11 の位置 (X<sub>i</sub>, Y



i) として出力する (S6)。ここで、 $L_{p-i} - L_{j-i}$  はデータベース 22 上の位置 ( $X_i, Y_i$ ) に保存されている規格化した電界レベルであり、 $L_p - L_j$  は規格化した移動局 11 の受信電界レベルである。

【0028】ところで、移動通信方式においては、例えば日本標準のデジタル移動方式では移動機で共通情報を受信して、測定すべき周波数 ( $f_i$ ) を決定し、定期的にその周波数に切り替えて受信電界レベル ( $L_i$ ) を測定し、制御チャネル又は通信チャネルの上り回線を介して周波数情報 ( $f_i$ ) と測定した受信電界レベル情報 ( $L_i$ ) を無線基地局  $B_j$  に送信している。このような移動通信方式においては移動局 11 においてモデム等の装置は不要である。ただし、この場合は無線基地局  $B_j$  からこれらの情報を位置情報センタ 18 に送信する手段が必要となる。

【0029】このような構成であるため、小ゾーン移動通信システムが導入されているエリアにおいて特別の位置検出装置を用いることなく、移動局 11 で通常測定している複数の受信レベル情報を予め測定し、データベース化している複数の電界レベルデータとマッチングを取るだけで非常に簡易に、かつ移動局の受信特性、特にアンテナ特性等に依存しないで高精度な移動体の位置検出が可能となる。この結果から明らかなように、マッチングを取るための電界レベルデータ (データベース) をエリア内で詳細に取得すればする程検出精度は高くなり、例えば 50 m 間隔で測定した電界レベルのデータベースを用いると通常の移動局では 100 m 程度の検出誤差で位置の測定がおおよそ可能となる。

【0030】次に、この発明の第 2 の実施例を説明するが、これが適用される移動通信システムは第 1 の実施例の場合、つまり図 1 に示した構成とほぼ同様である。ただし各無線基地局  $B_j$  に各移動局 11 からの電波の受信レベルを測定する装置が設けられる。つまり無線基地局  $B_j$  は例えば図 9 に示すようにアンテナ 31、送受信器 32、移動局情報検出器 33、制御装置 34 が設けられる他に、受信レベル検出器 (電界強度測定器) 25 が設けられ、移動局 11 からの受信電波の電界強度が測定され、この測定値と、移動局情報検出器 33 から検出したその受信電波を送信した移動局 11 の情報とその基地局の情報とを制御装置 34 で関連付けて、モデム 36 を通じて位置情報センタ 18 へ送信するようにされている。

【0031】動作原理を説明する。図 9 に示すようにエリア内の位置 ( $X_i, Y_i$ ) において基準移動局 11 S から送信した周波数  $f$  の電波の強さを複数の無線基地局  $B_1 \sim B_k$  で予測定しておいて、位置情報センタ 18 内のデータベース装置 22 にその時の位置 ( $X_i, Y_i$ ) と無線基地局およびその受信電界レベルを合わせたデータ ( $B_1 : L_{1i}$ ), ( $B_2 : L_{2i}$ ), ( $B_3 : L_{3i}$ ), ... を関連付けてデータベース化しておく。この場合、移動局 11 の電界強度を測定する複数の無線基地局

は予めシステム内 (無線基地局または移動通信制御局) に定義されており、これは移動局が在圏している無線ゾーンに隣接する無線ゾーンもしくはそれに関連する無線ゾーンである場合が一般である。従って、無線ゾーン毎にそのゾーンに在圏している移動局の電界強度を測定する隣接基地局が異なることから第 1 の実施例と同様に位置情報センタ 18 内でのデータベース化は各無線基地局毎に行う必要がある。

【0032】今、図 10 に示すように移動局 11 は基地局  $B_1$  の無線ゾーン  $Z_1$  に在圏し、制御チャネルまたは通信チャネルで通信を開始したとする。そのときの送信周波数を  $f$  とする。そして移動局 11 の電界強度を測定する予めシステム内に定義されている基地局を在圏基地局  $B_1$  およびその隣接基地局である  $B_2, B_3, B_4, \dots, B_k$  とする。まずシステム内に定義されている基地局  $B_1 \sim B_k$  は周波数  $f$  の電界レベルを測定し、基地局情報および周波数情報と測定した電界レベル情報をモデム 36 を介して位置情報センタ 18 に送信する。すなわち、位置情報センタ 18 では、周波数情報  $f$  と基地局情報および電界レベル情報 ( $B_1 : L_1$ ), ( $B_2 : L_2$ ), ( $B_3 : L_3$ ), ..., ( $B_k : L_k$ ) の合わされた情報が得られる。そこで、位置情報センタ 18 では、第 1 の実施例と同様に予め保存していたデータベース 22 を検索することにより、周波数  $f$  を使用している移動局 11 の位置 ( $X_j, Y_j$ ) を判定し、その結果を在圏している無線基地局  $B_1$  を通じて周波数  $f$  を使用している移動局に知らせる。但し、実際にデータベース化している受信電界レベルおよび評価に用いる各基地局の受信電界レベルのデータは絶対値データでなく、第 1 の実施例と同様に差分処理を施した演算処理後の相対値データである。

【0033】このように上り回線 (移動局送信、基地局受信) の受信レベル情報を用いる構成であるため、特に移動局側に何ら変更を加えずに、通常基地局で移動局のゾーン間のチャネル切り替え等のため測定している受信レベル情報を収集して、予め測定している電界レベルデータとマッチングを取るだけで非常に簡易に、かつ移動局の送信特性、特にアンテナ特性、送信電力特性等に依存しない高精度な移動体の位置検出が可能となる。

【0034】図 11 にこの発明の第 3 の実施例を適用した移動通信システムの例を示し、第 1 の実施例又は第 2 の実施例を適用した図 1 に示すシステムにおいて、各無線基地局  $B_i$  に移動局 11 と無線基地局  $B_i$  との間の距離情報を取得できる測距装置 38 が更に設けられている。距離を測定する方法を日本標準のデジタル方式自動車電話方式で採用している時分割多重アクセス方式 (3 チャネル TDMA) を例に説明する。上下回線の同期を取り、時分割的にデジタル信号を送受信しているシステムにおいては、図 12 (a) に示すように移動局 11 が在圏している基地局  $B_i$  において移動局 11 から

発信又は送信されてくるバースト信号の基準タイミング  $T_s$  は既知である。すなわち、基準タイミング  $T_s$  は基地局  $B_j$  と移動局 11 との距離差 0 を基準としたタイミングで発生している。そこで、図 12 (a) に示すように各移動局からの受信バースト  $S_{b1}$ ,  $S_{b2}$ ,  $S_{b3}$  の位相と基準タイミングの位相との差  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ ,  $\phi_3$  はそれぞれ基地局と各移動局との距離と対応している。従って図 12 (c) に示すように注目の移動局 11 からの受信バーストと基準タイミングとの位相を比較してその位相差を測定する (S1)。この位相差から、電波の伝搬遅延時間差  $\tau$  を検出し (S2)、その値から基地局  $B_j$  と移動局 11 との間の伝搬距離  $d'$  を推定する (S3)。この距離情報  $d'$  を基地局  $B_j$  から制御チャネルまたは通信チャネルで移動局 11 に転送し、移動局 11 からこの距離情報  $d'$  を受信電界レベル情報と合わせて位置情報センタ 18 に送信するか、又は移動局 11 が通信している無線基地局  $B_j$  において、移動局 11 から送信されてくる受信電界レベル情報に距離情報  $d'$  を合わせて位置情報センタ 18 に送信する。すなわち、位置情報センタ 18 では、移動局 11 が在圏している基地局  $B_j$  と、その基地局  $B_j$  と移動局 11 との間の距離情報 ( $B_j : d'$ ) 及び電界レベル情報 ( $B_j : L_j$ ), ( $B_j + 1 : L_j + 1$ ), ( $B_j + 2 : L_j + 2$ ), ( $B_j + 3 : L_j + 3$ ), ( $B_j + 4 : L_j + 4$ ), ..., が得られる。

【0035】 先ず、位置情報センタ 18 では、図 13 に示すように送信されてきた距離情報  $d'$  を基に一定の誤差  $\Delta d'$  を考慮して、データベース 22 から無線基地局  $B_j$  を中心とした半径  $d' - \Delta d'$  と  $d' + \Delta d'$  との円環内にあるデータだけを抽出し、次にこのデータを対象として第 1 の実施例または第 2 の実施例と同様な検索を行い、移動局 11 の位置 ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) を検出する。

【0036】 このような構成のため、移動局 11 が在圏している基地局  $B_j$  からののおおよその距離が算出できて、それが位置の検索に反映されるため位置の検出精度は向上し、かつデータベース 22 で検索する位置範囲が限定されるため検索するために要する時間を短縮できる。その結果、位置検出精度を高められるだけでなく、位置を検索できる可能性を高くできる。

【0037】 図 14 はこの発明の第 4 の実施例を適用した移動通信システムを示し、図 11 に示した構成に、基地局  $B_j$  (又は移動局 11) に移動局 11 の移動速度情報を取得できる移動速度検出装置 41 (又は 42) が設けられている。特にこの発明は定期的に位置情報を検索する場合に限り適用される。多重伝搬などのため、基地局からの距離が同一でも受信電界レベルが著しく異なるため一般に移動速度が小さい場合、移動局で得られる電界レベルデータは、基地局からの距離が等しくてもその場所によってばらつきが大きくなるため、基準移動局 11 S で得られている電界レベルデータとの一致が悪くな

る場合がある。このような場合は、移動速度を検出して、移動速度が小さい場合は位置検出結果を何らかの方法で補正する必要がある。図 15 には移動局 11 で移動速度情報を取得する方法を示す。例えば移動局 11 が自動車に搭載されている場合、その自動車 43 の車軸 44 から車軸の回転に伴う距離パルスを取得し、その単位時間当りの距離パルス数の値に応じて移動速度  $v'$  を算出する (車速メータから直接車速を取得するのと等価)。移動局 11 または無線基地局  $B_j$  で移動速度を検出する方法を示す。移動通信では、図 26 に示したように移動体の移動速度に応じて瞬時的に受信電界レベルが大きく変動するフェージングを受ける。この場合、変動速度の最大値は一般にドップラ周波数  $f_D$  と呼ばれ、測定している電波の周波数と移動体の移動速度の関数で表すことができる。すなわち、ドップラ周波数  $f_D$  を測定することにより逆に移動体の移動速度  $v'$  が推定できる。図 16 は最大ドップラ周波数  $f_D$  を直接測定する方法を示す。同図 (a) に示すように移動局 11 又は基地局  $B_j$  で電波の受信レベルをレベル検出器 46 で検出し、その受信レベルをしきい値発生器 47 からのしきい値と比較器 48 で比較し、受信レベルがしきい値と交差する回数をカウンタ 49 で計数し、制御装置 27 で単位時間当りの計数値を求め、予め用意しているカウンタ値と最大ドップラ周波数  $f_D$  との関係グラフ (図 16 (b)) を参照して最大ドップラ周波数  $f_D$  (測定周波数) を求め、その測定周波数を用いて移動体 11 の移動速度  $v'$  を推定する。なお受信レベルとしきい値とカウンタ 49 のカウントタイミングとの関係を図 16 (c) に示す。図 17 (a) にアンテナおよび受信系を 2 系統以上用意して、その受信レベル # 1, # 2 を比較器 51 で比較し、受信レベルの高い方のアンテナを選択合成器 52 で選択して復調器 53 へ供給する選択合成ダイバシチ受信の構成を示す。この場合、比較器 51 におけるアンテナの切換え指令の回数をカウンタ 54 で計数して、予め用意しているカウンタ値と最大ドップラ周波数  $f_D$  との変換カーブ (図 17 (b)) により  $f_D$  を求め、この測定周波数を用いて移動体の移動速度  $v'$  に変換する。図 17 (c) に受信レベル # 1, # 2 とカウンタ 54 のカウントタイミングとの関係例を示す。移動局 11 から制御チャネルまたは通信チャネルで移動速度情報  $v'$  を電界レベル情報に合わせて位置情報センタ 18 に送信するか、又は移動局 11 が在圏している無線基地局  $B_j$  から移動局 11 から送信された電界レベル情報に基地局  $B_j$  で求めた移動速度情報  $v'$  を合わせて位置情報センタ 18 に送信する。すなわち位置情報センタ 18 には電界レベル情報 ( $B_j : L_j$ ), ( $B_j + 1 : L_j + 1$ ), ( $B_j + 2 : L_j + 2$ ), ( $B_j + 3 : L_j + 3$ ), ( $B_j + 4 : L_j + 4$ ), ..., と移動速度情報 ( $B_j : v'$ ) が送信される。位置情報センタ 18 では図 18 に示すように電界レベル情報、速度情報  $v'$  を受信すると (S



1)、移動速度にしきい値  $v_{th}$  を設けておいて、このしきい値  $v_{th}$  と、送信されてきた移動速度  $v'$  とを比較し (S2)、 $v'$  がこの値  $v_{th}$  を下回った場合は、定期的に位置を検索しているため直前のデータがあることから、その直前の位置 (X, Y) をそのまま現在の位置 (X, Y) として出力する (S3)。 $v' > v_{th}$  の時のみ位置検索を行い (S4)、その検索した位置を現在位置として出力すると共に現在位置の更新を行う (S5)。

【0038】このように移動局 11 の移動速度をおおまかに検出することにより、特に移動局 11 で得られる電界レベルデータのばらつきが大きくなり、検出誤差が大きくなる可能性の高い状態にある移動局 11 が停止している時の位置検出を省略して、移動局 11 が一定速度以上で移動しているときに検出した精度の高い推定位置で補間することができるため、全体的な位置検出精度を大きく向上させることができる。

【0039】図 19 にこの発明の第 5 の実施例を適用した移動通信システムの例を示す。特にこの発明は定期的に位置情報を検索する場合に限り適用される。第 1 の実施例から第 3 の実施例で適用されるシステムに、第 4 の実施例と同様に移動局 (あるいは無線基地局) に移動局の移動速度を測定し、その測定した移動速度  $v'$  と測定した時間 ( $\Delta t$ ) をもとに移動距離  $R' (= v' \times \Delta t)$  を算出する速度・移動距離検出装置 56 (あるいは 57) が設けられる。移動速度を検出する方法は第 4 の実施例と全く同様である。そして、移動局 11 から制御チャネルまたは通信チャネルで移動速度情報  $v'$  および移動距離情報  $R'$  を電界レベル情報に合わせて位置情報センタ 18 に送信するか、又は移動局 11 が在圏している無線基地局 B<sub>j</sub> から移動局 11 より送信された電界レベル情報に移動速度情報  $v'$  および移動距離情報  $R'$  を合わせて位置情報センタ 18 に送信する。すなわち、位置情報センタ 18 には電界レベル情報 (B<sub>j</sub> : L<sub>j</sub>)、(B<sub>j+1</sub> : L<sub>j+1</sub>)、(B<sub>j+2</sub> : L<sub>j+2</sub>)、(B<sub>j+3</sub> : L<sub>j+3</sub>)、(B<sub>j+4</sub> : L<sub>j+4</sub>)、… および移動速度情報と移動距離情報 (B<sub>j</sub> :  $v'$ ,  $R'$ ) が送信される。

【0040】位置情報センタ 18 では、受信移動速度  $v'$  がしきい値  $v_{th}$  を下回った場合は、検出される位置の誤差が大きくなるため第 4 の実施例と同様に位置情報センタ 18 では受信電界レベルによる新たな位置の検索は行わないで、直前の位置  $p_{-1} = (X, Y)$  をそのまま現在の位置  $p = (X, Y)$  として出力する。一方、 $v'$  がしきい値  $v_{th}$  を超えた場合は図 20 に示すようにデータが送信されてくる直前の位置  $p_{-1}$  からその  $p_{-1}$  を中心とした受信移動距離  $R'$  に一定の誤差  $\Delta R'$  を考慮した  $R' - \Delta R'$  と  $R' + \Delta R'$  との円環内にあるデータをデータベース 22 から抽出し、このデータを対象として第 1 の実施例から第 3 の実施例と同様にデータの

検索を実行し、現在の位置  $p = (X, Y)$  を検出する。これらアルゴリズムを図 21 を示す。図 21 において図 18 に示した処理における対応する部分に同ステップ記号を付けてあるが、ステップ S1 で受信情報として電界レベル速度  $v'$  の他に移動距離  $R'$  が加わり、また  $v' > v_{th}$  の時に、直前の位置 (X, Y) を中心として距離  $R' \pm \Delta R'$  の円環内のデータをデータベース 22 から抽出し (S6)、その抽出したデータについてのみ位置検索をステップ S4 で行う点が異なる。

【0041】このように現在位置からの移動距離  $R'$  がおおよそ算出できれば、次の位置検出時間に移動局 11 が存在する可能性があるエリアは大きく限定されるため、位置の検出精度は大きく向上する。さらに、データベース 22 で位置を検索する範囲が現在位置からの移動距離内と一層限定されるため位置検索に要する時間を大幅に短縮できる。その結果、位置検出精度を高められるだけでなく、位置を検索する制御装置の処理速度を一層削減でき、高速な処理装置を用いることなくリアルタイムで位置検出を行える可能性が一層高くできる。

【0042】上述において移動局で複数の基地局からの電波の受信電界レベルを測定し、移動局でその在圏ゾーンの基地局の測定受信電界レベルに対する相対受信電界レベルを演算して位置情報センタへ送信してもよい。また各基地局から異なる周波数の電波を受信する場合に限らず、時分割多重のタイムスロットによるチャネルを受信してその電界レベルを測定してもよい。

【0043】この発明は自動車/携帯電話方式を例にとりて説明したが、MCA (Multi Channel Access)、PHP (Personal Handy Phone)、コードレス電話、船舶電話、航空機電話等、双方向通信でかつ小ゾーン方式を採用している全ての方式に適用できる。

【0044】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、ゾーン移動通信システムが導入されているエリアにおいて特別な位置検出装置を用いることがなく、移動局または基地局で通常測定している受信レベル情報から相対受信レベルを求め、予め位置と共にデータベース化している相対電界レベルデータとをマッチング処理するだけで非常に簡易に、かつ移動局の受信特性、送信特性等に大きく依存しないで高精度に移動体の位置検出が可能となる。

【0045】また、移動局とその移動局が在圏している基地局間距離をおおまかに測定するか、または移動局の移動速度、あるいは移動局の一定時間あたりの移動距離をおおまかに測定して、上記した位置検出と複合的に用いて評価することで一層の位置検出の高精度化が図れると共に、位置検出に要する検索時間を大幅に短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】請求項 1 の発明の第 1 の実施例が適用される自動車／携帯電話システムの構成例を示すブロック図。

【図 2】第 1 の実施例において用いられる移動局の構成例の一部を示すブロック図。

【図 3】第 1 の実施例において (a) は移動局での受信レベル測定と、その結果を位置情報センタへ送る様子を示す図、(b) は移動局と位置情報センタ間のデータ転送の様子を示す図、(c) は同一受信電界レベル L<sub>1</sub> が基地局から異なる距離に生じる例を示す図である。

【図 4】第 1 の実施例における移動局の受信レベルと、そのデータベース化を示す図。

【図 5】第 1 の実施例における移動局での電界レベル測定と、位置情報センタでの検索した位置情報の送信を示す図。

【図 6】第 1 の実施例において電界強度のデータベース化の詳細を示す図。

【図 7】第 1 の実施例において位置情報センタでの位置検出処理の手順を示す流れ図。

【図 8】第 2 の実施例が適用される基地局の例を示すブロック図。

【図 9】第 2 の実施例において電界強度のデータベース化を説明するための図。

【図 10】第 2 の実施例における位置検出方法について説明している図。

【図 11】第 3 の実施例が適用された自動車／携帯電話システムの構成例を示すブロック図。

【図 12】第 3 の実施例において (a) は移動局よりの各バースト信号と基準タイミングとの関係を示す図、

(b) は基地局において基地局と移動局間距離を測るために必要な位相差検出方法を示す概念図、(c) は位相差を距離に換算するための手順を示す流れ図である。

【図 13】第 3 の実施例において位置検出に必要なデータベースの検索範囲を説明する図。

【図 14】第 4 の実施例を適用した自動車／携帯電話システムの構成例を示すブロック図。

【図 15】第 4 の実施例に用いられる移動局の構成の一部を示すブロック図。

【図 16】(a) は第 4 の実施例において車速計を用いなくて車速を検出するブロック図、(b) はドップラ周波数と所定時間の受信レベルしきい値交差点数との関係を示す図、(c) は受信レベルがしきい値を交差するタイミングを示す図である。

【図 17】(a) は第 4 の実施例において車速計を用いなくてダイバシティ受信機による車速を検出するための構成例を示すブロック図、(b) はドップラ周波数と受信レベルしきい値交差回数との関係を示す図、(c) は二つのアンテナの受信レベルとアンテナ出力切替え点との関係例を示す図である。

【図 18】第 4 の実施例において車速を検出し、位置検出を行うための処理手順を示す流れ図。

【図 19】第 5 の実施例を適用した自動車／携帯電話システムの構成例を示すブロック図。

【図 20】第 5 の実施例において位置検出に必要なデータベースの検索範囲を説明する図。

【図 21】第 5 の実施例において位置検出を行う処理手順を示す流れ図。

【図 22】一般的な小ゾーン方式を用いた自動車／携帯電話システムの構成例を示すブロック図。

【図 23】従来方式の位置検出に用いる電界強度地図を示す図。

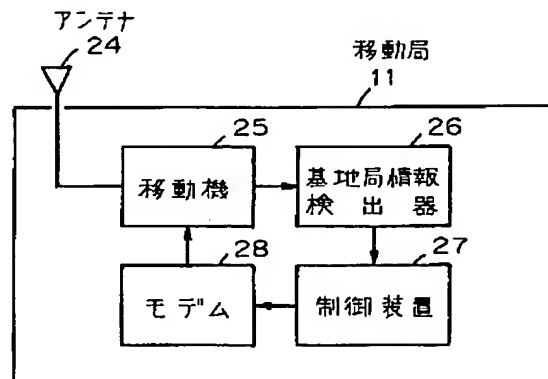
【図 24】従来方式の位置検出を説明するための受信レベルと電界強度地図との関係例を示す図。

【図 25】従来方式の位置検出を行う際に誤検出となる場合の受信レベルと電界強度地図との関係例を示す図。

【図 26】移動通信の電波伝搬特性の例を示す図。

【図 2】

図 2



【図1】

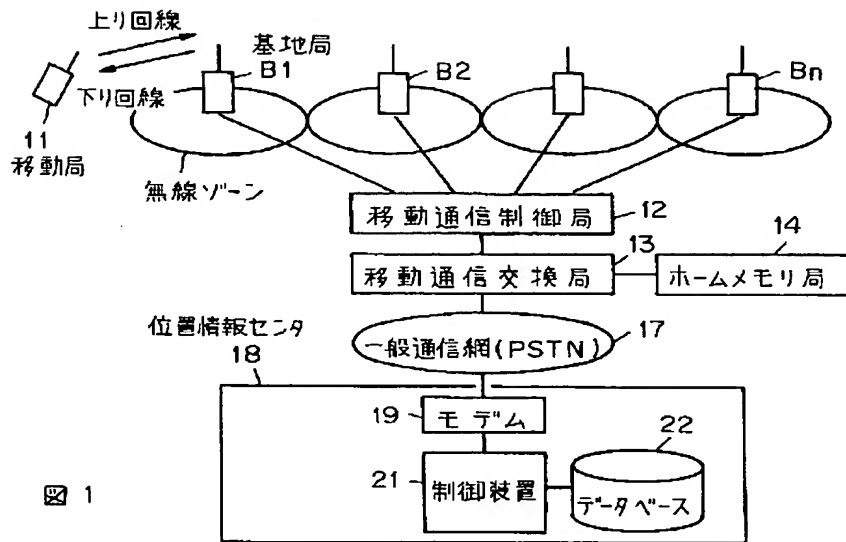
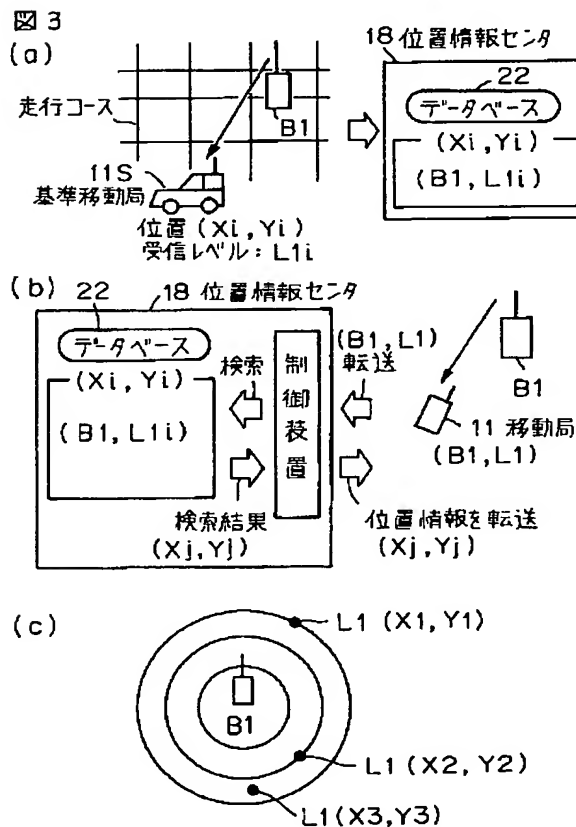


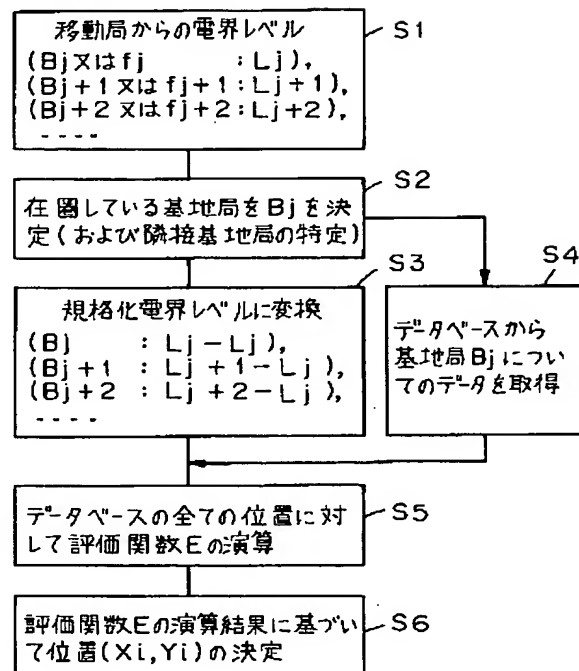
図 1

【図3】

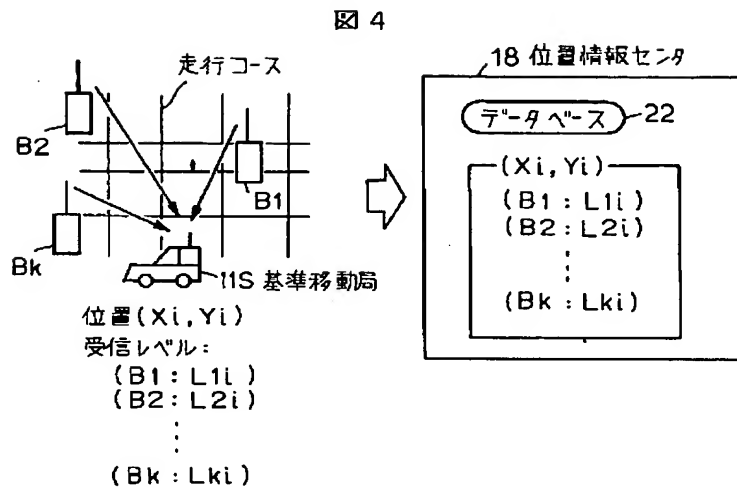


【図7】

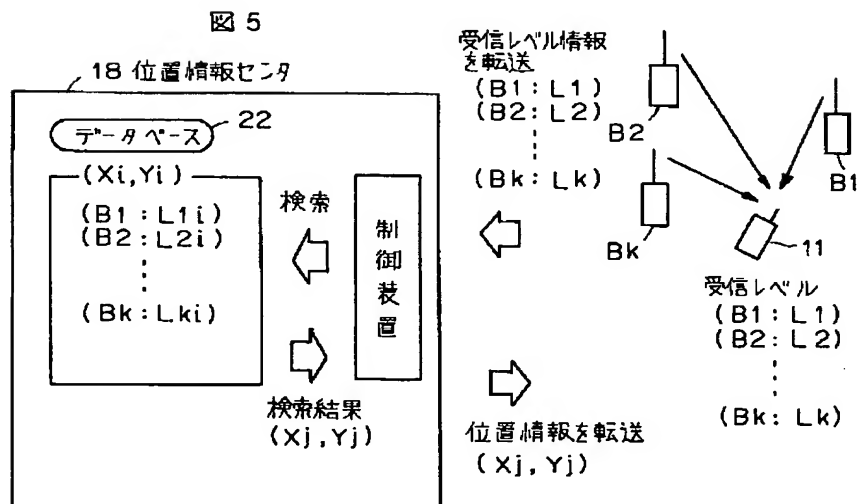
図 7



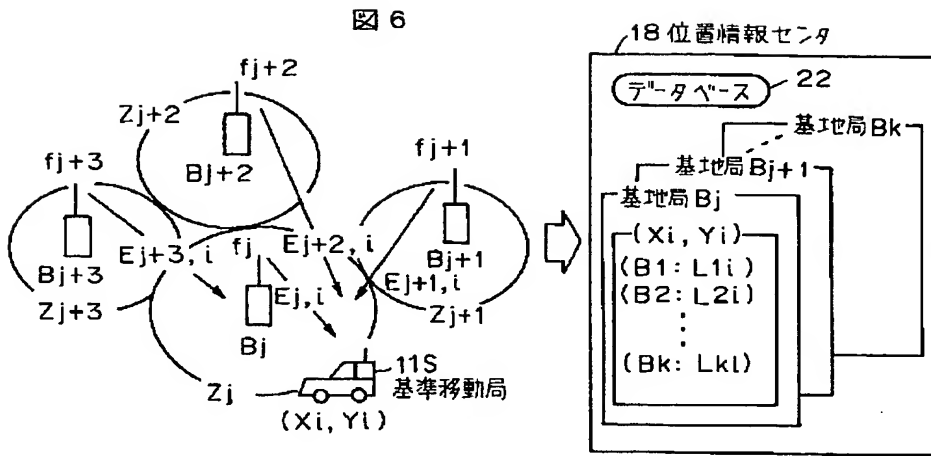
【図4】



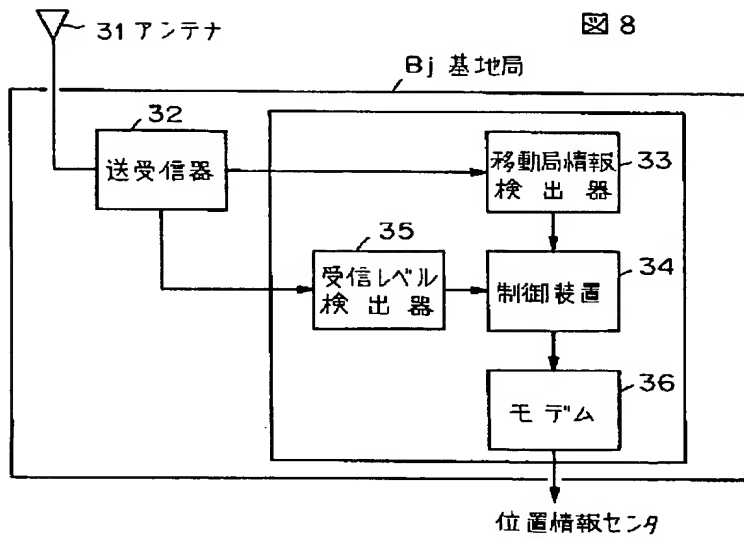
【図5】



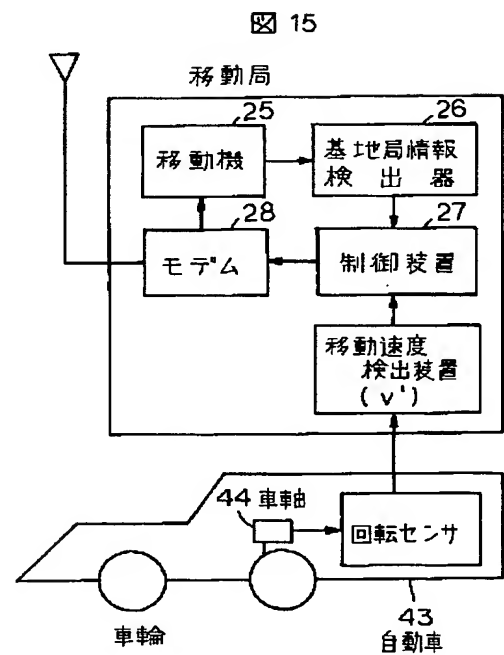
【図 6】



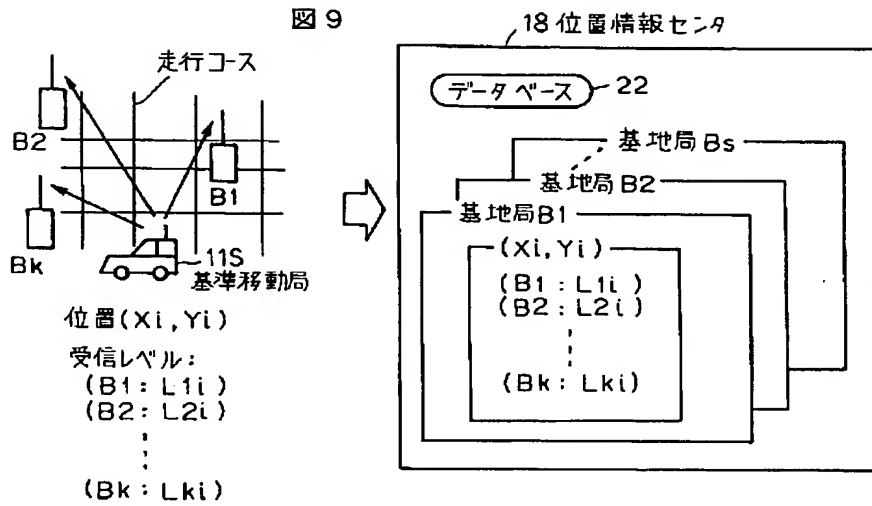
【図 8】



【図 15】



【図 9】



【図 10】

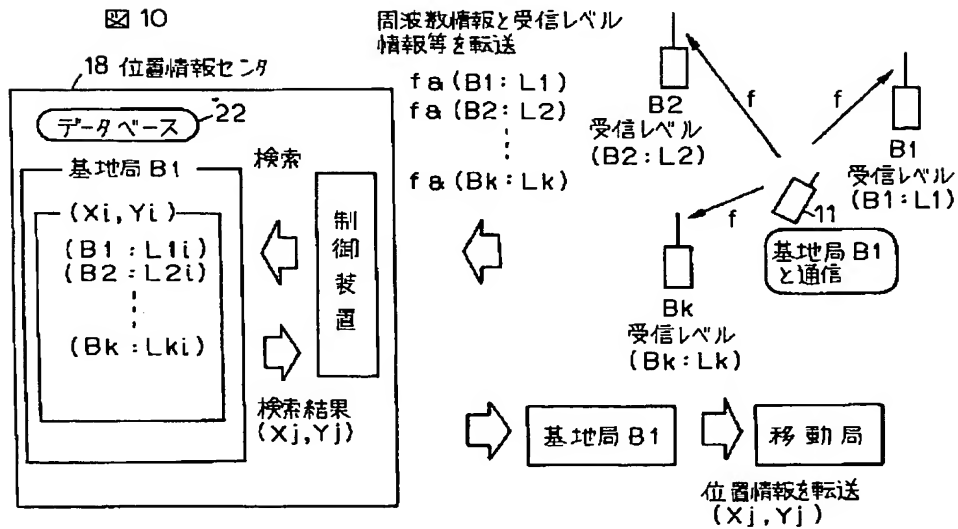




Figure 11 is a block diagram of a mobile communication system. At the top, two base stations, B1 (基地局 B1) and B2 (基地局 B2), are shown. B1 is connected to a mobile station 11 via an 'upward return line' (上り回線). Both base stations are connected to their respective transceivers (送受信機) and range-finding devices (測距装置), which are labeled 38. These devices are connected to a mobile communication control station (移動通信制御局) 12. The control station is connected to a mobile communication exchange station (移動通信交換局) 13. The exchange station is connected to a home memory station (ホームメモリ局) 14 and a general communication network (PSTN) 17. The PSTN is connected to a position information center (位置情報センタ) 18. The position information center contains a module 19, a control device (制御装置) 21, and a database (データベース) 22.

12

The diagram shows three horizontal lines representing signal channels. The top line is labeled 'バースト信号 Sb1' and contains a shaded rectangular pulse. The middle line is labeled 'バースト信号 Sb2' and contains a shaded rectangular pulse. The bottom line is labeled 'バースト信号 Sb3' and contains a shaded rectangular pulse. Vertical dashed lines extend from the start and end of each pulse to the bottom line. Below the bottom line, three horizontal double-headed arrows indicate the phase differences:  $\phi_1$  between the start of Sb1 and Sb2,  $\phi_2$  between the start of Sb2 and Sb3, and  $\phi_3$  between the start of Sb1 and Sb3. The labels '位相差  $\phi_1$ ', '位相差  $\phi_2$ ', and '位相差  $\phi_3$ ' are placed below their respective arrows.

```

graph TD
    S1[位相差検出] --> S2[伝送速度を基に伝搬遅延時間を計算]
    S2 --> S3[距離 d' = 光速 × T]

```

**16**

カウンタ数/時間

$fD$

ドット周波数

【図 1 3】

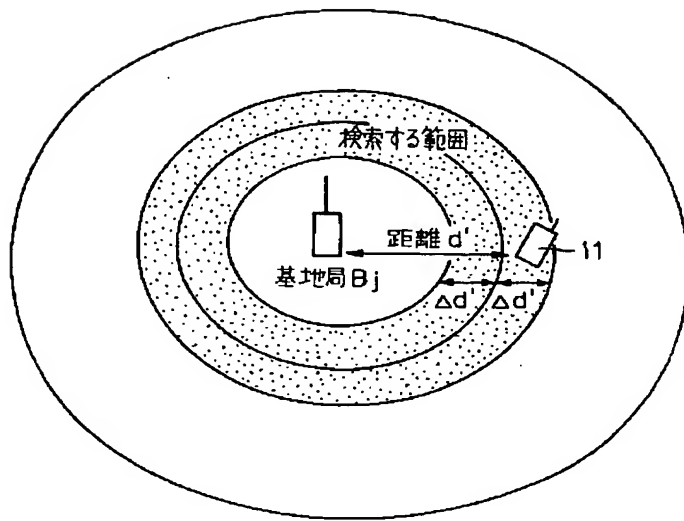


図 13

基地局  $B_j$  に対して  
位置と電界レベル情  
報がデータベース化  
されている範囲

【図 1 4】

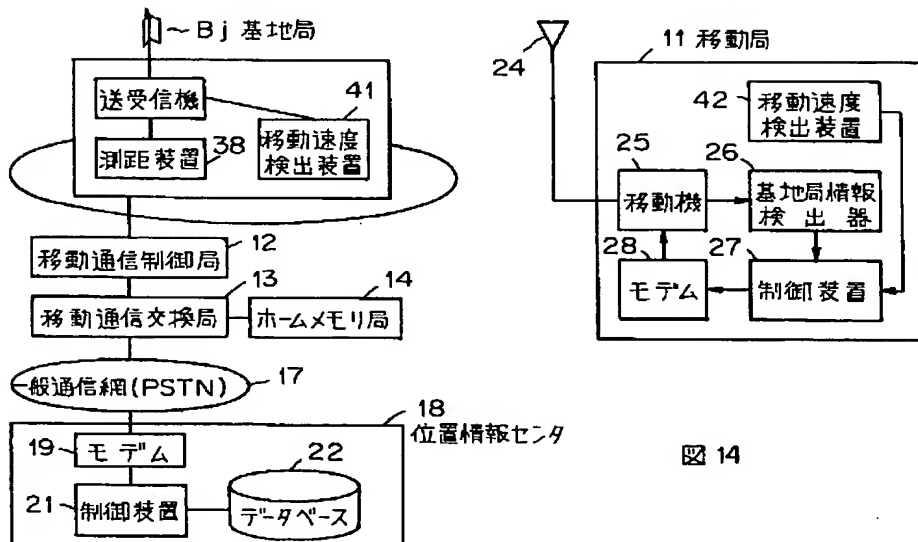
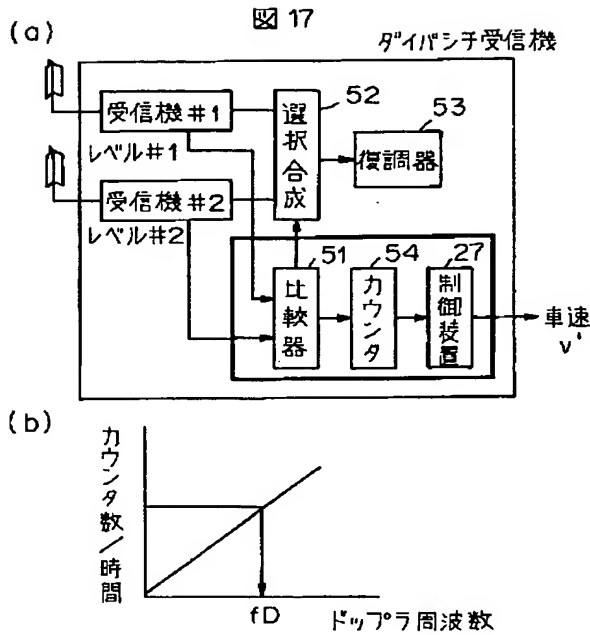
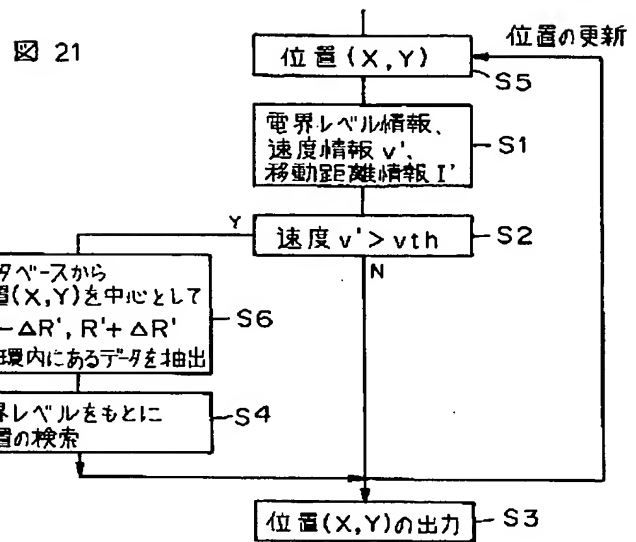


図 14

【図 17】

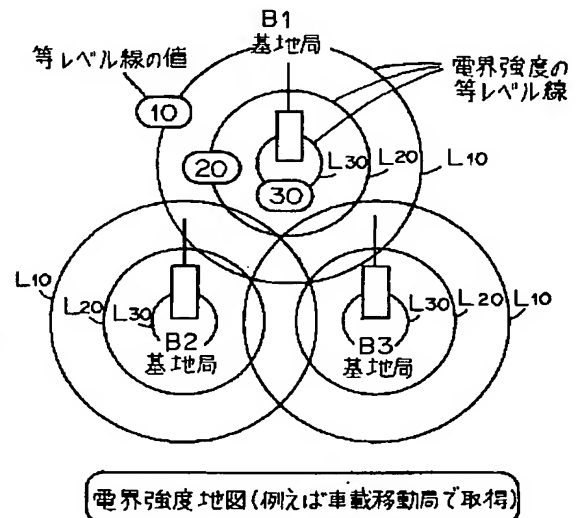


【図 21】



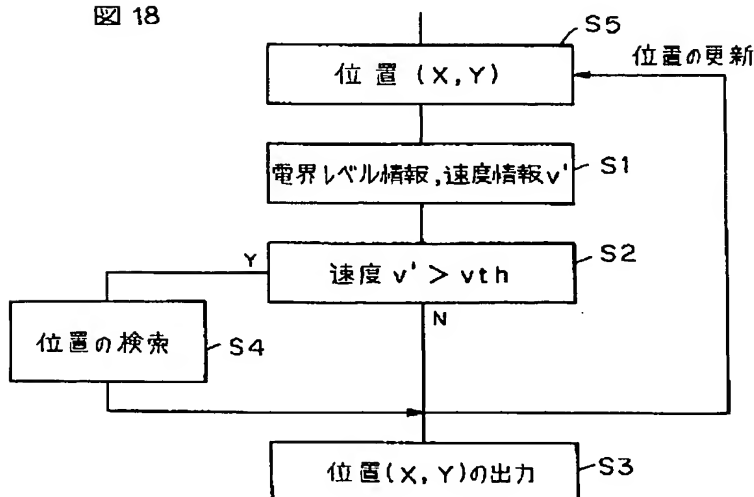
【図 23】

図 23



【図 18】

図 18



【図 19】

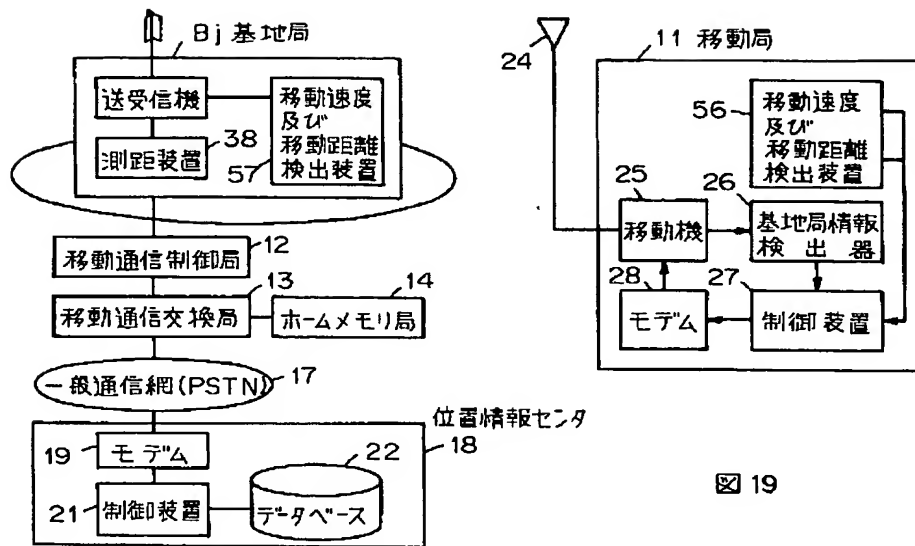


図 19

【図 20】

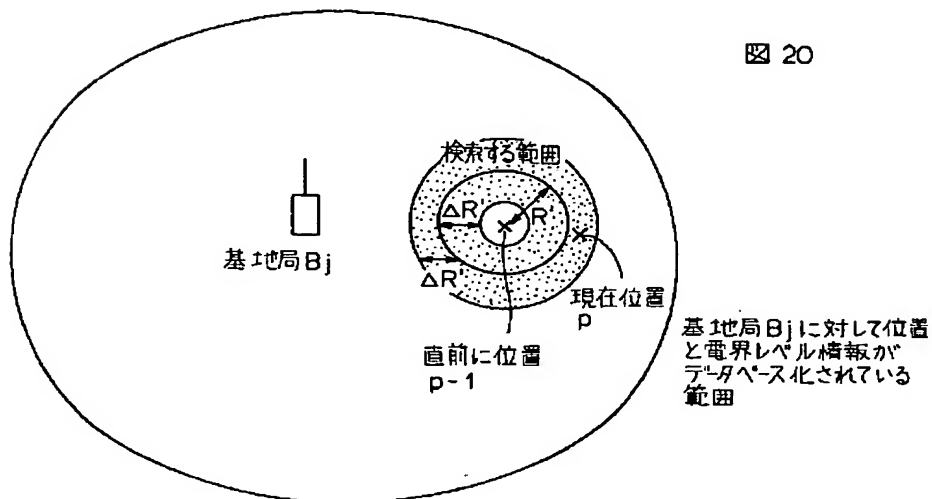
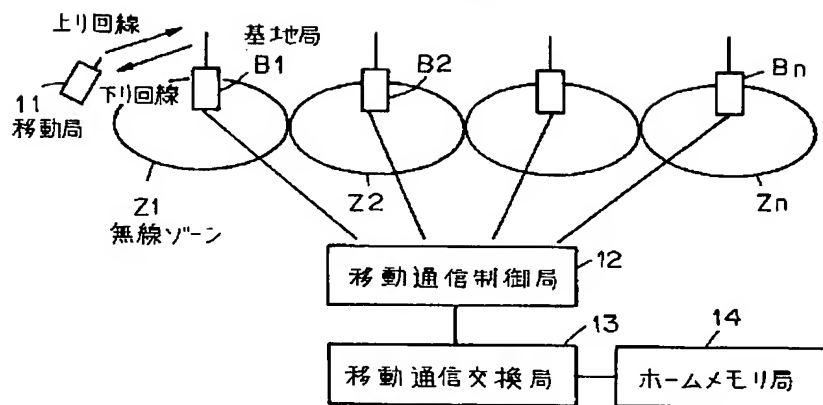


図 20

基地局  $Bj$  に対して位置と電界レベル情報がデータベース化されている範囲

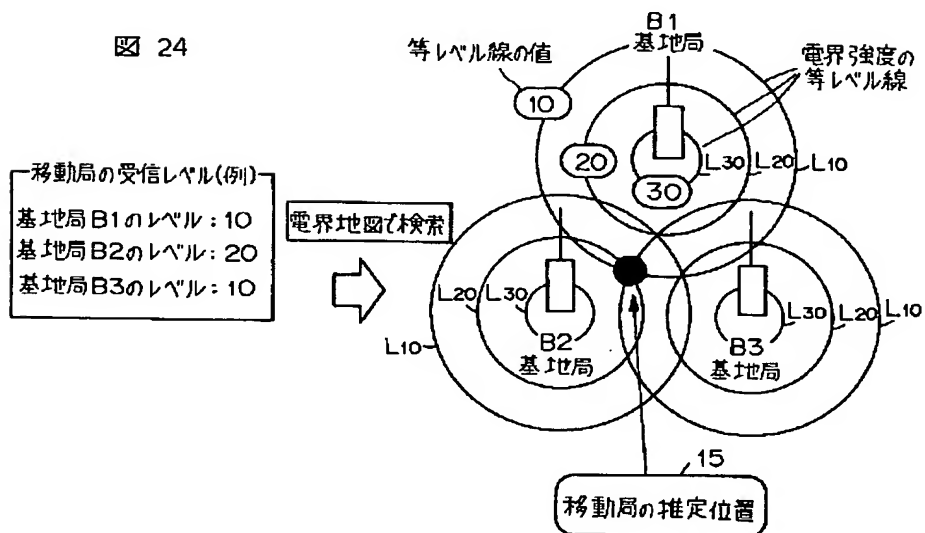
【図 2 2】

図 22

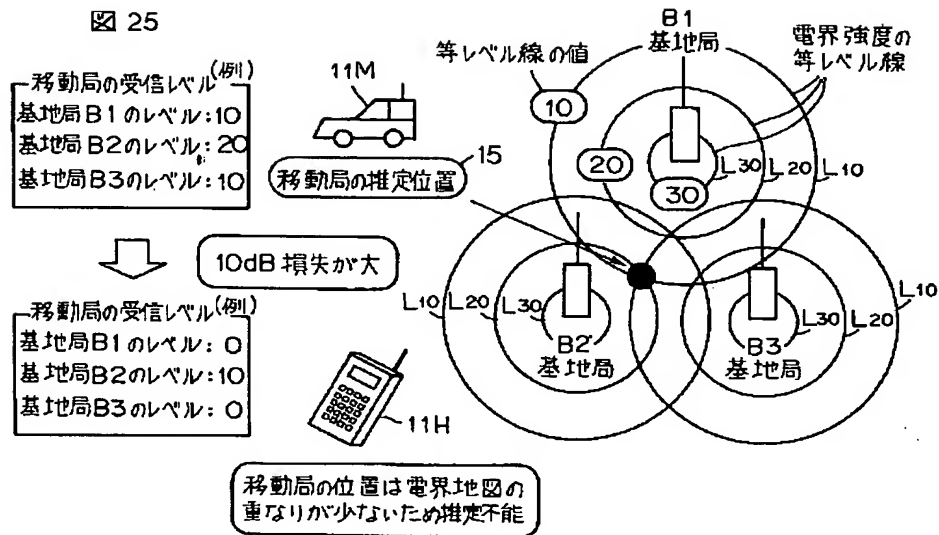


【図 2 4】

図 24



【図 2 5】



【図 2 6】

